

[JP,06-088202,A]

[Claim(s)]

[Claim 1] A plenum means which it has a plenum crowning and the plenum pars basilaris ossis occipitalis with which it is equipped enabling free regulation, and contains in an inside cylindrical shape housing which has demarcated a cylindrical shape channel, A melt feed pipe which has extended to an outlet end part which penetrates said plenum crowning and said plenum pars basilaris ossis occipitalis to an axial direction, and has an outlet orifice, Have said melt feed pipe and an annular wall means by which it has extended on the same axle, from said plenum crowning to said outlet orifice, and said outlet orifice, Have an inside diameter and an outer diameter and said plenum crowning, Have the axial direction be demarcated by a rim support means which supports said melt feed pipe, and said wall means, Are narrow by said outlet orifice, and have the trapezoidal shape outside surface which is dividing said cylindrical shape channel into the 1st annular channel, and said outlet end part, Have the outside surface which forms the 1st trapezoidal part of said wall means, and said plenum pars basilaris ossis occipitalis, Are said wall means and the same axle, and have the spray gas orifice estranged from this wall means, have demarcated this spray gas orifice between said wall means, and the 2nd annular channel said cylindrical shape housing, A nozzle which has the gas supply line which has penetrated this cylindrical shape housing, and has a ratio to said outer diameter of said inside diameter beforehand selected so that said outlet orifice might decrease a flow of a fluid which flows into said melt feed pipe in the case of spraying and which sprays molten metal.

[Claim 2] The nozzle according to claim 1 beforehand selected so that a ratio to a liquid stream bunch which flows into said pipe at the time of a single phase flow of a liquid stream bunch which flows through a ratio to said outer diameter of said inside diameter of said outlet orifice into said pipe at the time of a two-phase flow may become less than one.

[Claim 3] The nozzle according to claim 1 for which said wall means has the 2nd trapezoidal part that has extended from said 1st trapezoidal part to said plenum crowning, and this 2nd trapezoidal part has a vertical angle (about 40 degrees - 60 degrees).

[Claim 4] The nozzle according to claim 3 for which said 1st trapezoidal part has a vertical angle (about 20 degrees - 46 degrees).

[Claim 5] The nozzle according to claim 4 for which said 1st trapezoidal part has a vertical angle (about 24 degrees - 31 degrees), and said 2nd trapezoidal part has a

vertical angle (about 42 degrees - 46 degrees).

[Claim 6]The nozzle according to claim 1 whose inside diameters of said orifice are said at least about 65% of outer diameters.

[Claim 7]The nozzle according to claim 6 which an inside diameter of said orifice has in the range of about 3 mm - 26 mm.

[Claim 8]The nozzle according to claim 1 which said 2nd trapezoidal part has projected about 6 mm or less exceeding said plenum pars basilaris ossis occipitalis.

[Claim 9]The nozzle according to claim 8 which said 1st trapezoidal part has projected about 1 mm - 7 mm exceeding said 2nd trapezoidal part.

[Claim 10]A plenum means which it has a plenum crowning and the plenum pars basilaris ossis occipitalis with which it is equipped enabling free regulation, and contains in an inside cylindrical shape housing which has demarcated a cylindrical shape channel, A melt feed pipe which has extended to an outlet end part which penetrates said plenum crowning and said plenum pars basilaris ossis occipitalis to an axial direction, and has an outlet orifice, From said plenum crowning to said outlet orifice, form said melt feed pipe and an annular wall means by which it has extended on the same axle, and in this case said outlet orifice, Have an inside diameter and an outer diameter and said plenum crowning, Have the axial direction boa demarcated by a rim support means which supports said melt feed pipe, and said wall means, Are narrow by said outlet orifice, and have the trapezoidal shape outside surface which is dividing said cylindrical shape channel into the 1st annular channel, and said outlet end part, Have the outside surface which forms the 1st trapezoidal part of said wall means, and said plenum pars basilaris ossis occipitalis, Are said wall means and the same axle, and have the spray gas orifice estranged from this wall means, have demarcated this spray gas orifice between said wall means, and the 2nd annular channel said cylindrical shape housing, Have the gas supply line which has penetrated this cylindrical shape housing, and said outlet orifice, So that it may have a ratio to said outer diameter of said inside diameter which decreases a liquid flow rate which flows into said pipe to arbitrary pressures of spray gas of ***** and a ratio to a single phase flow of a two-phase flow may be made into less than one, How to spray molten metal with said larger pressure which the 1st selected beforehand than the 3rd pressure of spray gas which brings about an a maximum of 2 phase flow in this case by supplying a fluid of a pressure which spray gas of a pressure which the 1st selected beforehand was supplied to said gas supply line, and the 2nd selected beforehand to said melt feed pipe.

[Claim 11]A way according to claim 10 said pressures which the 1st selected beforehand are about 1.5 MPa(s) - 7MPa.

[Claim 12]A method according to claim 10 chosen so that a ratio to said outer diameter of said inside diameter in said outlet orifice and said pressure which the 1st selected beforehand may make the maximum spraying mass flow bunch ratio less than about 0.4.

[Claim 13]A method according to claim 12 chosen so that said pressure which the 1st selected beforehand may make a spraying mass flow bunch ratio smaller than a maximum mass-flow bunch ratio of a nozzle.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application]This invention relates to a nozzle which manufactures metal powder with a fine particle size (size of particles) especially, and an operation method for the same about the method and device which spray molten metal and form metal powder.

[0002]

[Description of the Prior Art]The industrial demand to detailed metal powder, for example, the powder whose particle diameter is smaller than 37 microns, is growing. Therefore, the yield of such detailed powder can be increased and it is necessary to develop the metal spraying nozzle and method of narrowing the particle size distribution. The operation method of the feed-control nozzle for forming such metal powder in the United States patent number No. 4619845 and 4778516 and the nozzle is indicated. This feed-control nozzle is known also as a closing coupled (inclusion) nozzle. It is marketed.

The nozzle comprises a melt feed pipe which has the outlet orifice arranged in the annular arrangement of a gas jet. A gas jet flows at a supersonic speed, collides with the flow of the molten metal which comes out from an orifice, sprays the flow (microatomization), and forms metal powder.

[0003]The closing coupled nozzle indicated by the United States patent number No. 4619845 and 4778516 can raise the inlet pressure of a gas jet until the pressure in the outlet orifice of a melt feed pipe descends in the operation. It can be increased by the gas-jet pressure until a vacuum and what is called a suction vacuum arise in the exit end of a melt feed pipe. In other words, a nozzle is an operation of the suction vacuum formed of the gas jet for spraying, and operates by the pressure to which the flow of the molten metal which flows into a melt feed pipe is made to increase. A suction vacuum may be formed by making gas pressure for spraying into the range of about 8 MPa(s) - 19MPa.

[0004]The closing coupled nozzle indicated by the United States patent number No.

4619597 and 4801412 has the surface [**** / from the gas plenum which sends out a gas jet annularly to the tip of a melt feed pipe].

The tip of a melt feed pipe has concave shape.

For this reason, the gas for spraying is curved in the predetermined direction at the tip.

The same nozzle indicated by the United States patent number No. 4631013 has various shape where the outlet orifice of a melt feed pipe improves spraying (microatomization) of molten metal.

[0005]

[Objects of the Invention]The purpose of this invention is to provide the nozzle which sprays molten metal that metal powder should be formed with a high particle yield. Other purposes of this invention are nozzles which spray molten metal, and there is a diameter ratio of inside diameter foreign in the outlet orifice of a melt feed pipe in providing the nozzle selected beforehand.

[0006]

[Summary of Invention]The nozzle which sprays molten metal (microatomization) is provided with the plenum means containing cylindrical shape housing.

Cylindrical shape housing has a plenum crowning and the plenum pars basilaris ossis occipitalis with which it is equipped enabling free regulation, and has demarcated the cylindrical shape channel inside.

The melt feed pipe penetrated the plenum crowning and the plenum pars basilaris ossis occipitalis to the axial direction, and has extended to the outlet end part which has an outlet orifice. The outlet orifice has an inside diameter and an outer diameter. The plenum crowning has the axial direction bo a demarcated by the rim support means which supports a melt feed pipe.

[0007]The annular wall means has extended on a melt feed pipe and the same axle from a plenum crowning to an outlet orifice. The wall means has a trapezoidal shape outside surface, and the trapezoidal shape outside surface is narrow by the outlet orifice.

The cylindrical shape channel is divided into the 1st annular channel.

The outlet end part has the outside surface which forms the 1st trapezoidal part of a wall means. Plenum partes basilaris ossis occipitalis are a wall means and the same axle, and they have the spray gas orifice estranged from the wall means.

The spray gas orifice has demarcated the 2nd annular channel between wall means.

Cylindrical shape housing has the gas supply line which has penetrated cylindrical shape housing. The outlet orifice has the diameter ratio of inside diameter foreign beforehand selected so that the flow of the fluid which flows into a melt feed pipe may be decreased, when spraying.

[0008]The term "two-phase flow" used on these specifications means that both a fluid and the gas for spraying are flowing from the nozzle, only the fluid is flowing from the nozzle, namely, the term "single phase flow" means that the gas for spraying is not flowing from a nozzle. In other words, at the time of a two-phase flow, a fluid flows from an outlet orifice and the gas for spraying is flowing from the spray gas orifice. Although the fluid is flowing from the outlet orifice at the time of a single phase flow, the gas for spraying is not flowing from a spray gas orifice.

[0009]

[Concrete composition] Reference of drawing 1 shows the nozzle 10 which sprays molten metal according to this invention in the figure with drawing of longitudinal section. The nozzle 10 is provided with the plenum means 12, the melt feed pipe 14, and the annular wall means 16. As for the plenum means 12, it is preferred to consider it as suitable steel, and The cylindrical shape housing 17, It has the plenum crowning 18 and the plenum pars basilaris ossis occipitalis 20 with which it is equipped enabling free regulation, and the cylindrical shape housing 17, the plenum crowning 18, and the plenum pars basilaris ossis occipitalis 20 form the cylindrical shape channel 22 in an inside. The axial direction boa 23 demarcated by the rim support means 24 for supporting the melt feed pipe 14 to an axial direction, for example, a shelf, is formed in the plenum crowning 18.

[0010]The melt feed pipe 14 penetrated the plenum crowning 18 and the plenum pars basilaris ossis occipitalis 20, and has extended in the axial direction to the outlet orifice 26. From a molten-metal storage container like a ceramic crucible, it is introduced into the upper bed 11 of the melt feed pipe 14, and flows through the inside of the pipe 14 to the outlet orifice 26, and a liquid metal comes from the outlet orifice 26 outside, and is atomized. The melt feed pipe 14 does not react to molten metal, but is formed from the charge of a ceramic material strong against a thermal shock, for example, boron nitride, and zirconia. The outlet orifice 26 has an inside diameter and an outer diameter.

[0011]The ratio of the diameter of inside diameter foreign is beforehand selected so that the liquid flow from the pipe 14 may be decreased, while the gas jet for spraying is flowing from the 2nd orifice 34. When it carries out like this, the flow of the fluid from a melt feed pipe is made to be able to increase the gas pressure for spraying in the conventional nozzle, until the vacuum for suction is formed in the exit end of a nozzle, but to increase. In the surprising thing, it found out that the flow of the fluid from a melt feed pipe when the gas for spraying is flowing could be decreased by selecting beforehand the diameter ratio of inside diameter foreign of the outlet orifice of the melt feed pipe in the nozzle of this invention. After increasing to the maximum, the flow of

the fluid from a melt feed pipe decreases, as the pressure of the gas for spraying of a nozzle increases. However, the flow of the fluid from the nozzle in the case of a single phase flow is always larger than the flow of the fluid from the nozzle in the case of 2 phase flow. In other words, the nozzle of this invention does not draw in.

[0012]With the nozzle of this invention which has an outlet orifice which has the diameter ratio of inside diameter foreign selected beforehand, that the yield of the particles in the case of spraying increases also found out again. For example, nickel base superalloy powder with a particle size of about 37 microns or less can be formed with the yield up to about 70% with the nozzle of this invention. The diameter ratio of inside diameter foreign selected beforehand is dependent on the outer diameter of a melt feed pipe. This ratio can decrease as an outer diameter increases. For example, in the melt feed pipe which has an outlet orifice with an outer diameter of about 4.7 mm, a ratio may be reduced to about 90%, namely, an inside diameter can be about 4.2 mm. In the melt feed pipe which has an outlet orifice with an outer diameter of about 9.5 mm, a ratio may be reduced to about 65%, namely, an inside diameter can be about 6.2 mm. The nozzle of this invention can be used in the range with an inside diameter of about 3 mm - 26 mm of a melt feed pipe.

[0013]The annular wall means 16 has extended from the plenum crowning 18 to the orifice 26.

It has the outside surface which forms the trapezoidal part which divides the cylindrical shape channel 22 into an annular channel.

As for the wall means 16, it is preferred to be able to form from suitable steel or ceramics and to make it some melt feed pipes 14. The wall means 16 is supported from the shelf 24 by the flange 25. Since the outside surface of the trapezoidal shape of the wall means 16 is the narrowest by the orifice 26, this trapezoid peak exists caudad rather than the orifice 26. A trapezoid vertical angle serves as the range of about 20 degrees - 60 degrees, and are 42 degrees - 46 degrees preferably.

[0014]The melt feed pipe 14 has the intermediate flange 36 currently supported on the upper surface 27 of the wall 16.

The vertical position which the pipe 14 in the nozzle 10 and the wall 16 selected beforehand is specified.

The top annular ring 38 has the downward projection 40 inside, and the projection 40 is pressing the flange 36 so that the pipe and wall of a nozzle may be held in an exact alignment relation. A means to hold a nozzle assembly to the associated equipment which sprays molten metal is the conventional thing, and is not constituent features of this invention.

[0015]the plenum pars basilaris ossis occipitalis 20 is common, for example -- it inserts each other in and the cylindrical shape housing 17 is equipped by the thread part 30, enabling free regulation. It is the wall means 16 and the same axle, and the orifice 32 estranged from the wall means 16 is formed in the plenum pars basilaris ossis occipitalis 20.

The 2nd annular channel 34 is formed between the wall means 16 and the orifice 32.

It can be made to agree with the wall 16 mostly by making the surface of the annular orifice 32 into **** shape. The size of the 2nd channel 34 can be adjusted by turning the plenum pars basilaris ossis occipitalis 20 in whether the wall means 16 is approached and the direction which separates via the thread part 30. The width of the 2nd channel 34 can also be said to be "the gas channel gap for spraying", can be made into the range of about 0.64 mm - 2.8 mm, and is about 1.5 mm especially preferably about 1.3 mm - 2.2 mm preferably.

[0016]In the cylindrical shape housing 17, the gas supply line 28 which supplies the gas for spraying to the channel 22 has penetrated. The molten metal which comes out from the orifice 26 of the melt feed pipe 14 is blown away by a gas jet. An annular gas jet is formed by the gas which flows downward through the 2nd annular channel 34 currently formed between the wall means 16 and the gas orifice 32 from the annular plenum room 22. It progresses downward through the melt feed pipe 14, and a gas jet collides, sprinkles the flow of molten metal to misty state, and forms metaled powder in the flow of the molten metal which comes from the outlet orifice 26 outside. The nozzle of this invention can form a powder particle, for example, a particle of 37 microns or less, with high yield.

[0017]Other nozzles of this invention are shown in drawing 2. The nozzle 50 is provided with the plenum means 52, the annular wall means 54, and the melt feed pipe 56.

The plenum means 52, the annular wall means 54, and the melt feed pipe 56 are formed from suitable steel which was mentioned above, or the charge of a ceramic material, respectively.

The plenum means 52 is provided with the annular bracket 58 and the plenum pars basilaris ossis occipitalis 57.

The annular bracket 58 and the plenum pars basilaris ossis occipitalis 57 have demarcated the internal chamber 53.

The bracket 58 forms the cylindrical shape housing 59 and the plenum crowning 60. The melt feed pipe 56 passed along the plenum crowning 60 and the plenum pars basilaris ossis occipitalis 57, and has extended in the axial direction to the outlet orifice 65. The cone part 61 of the wall means 54 has extended from the plenum crowning 60 to the

outlet orifice 65, and it forms the same axle trapezoidal part in the plenum means 52.

The trapezoidal part is dividing the inner channel 53 into the 1st annular channel.

The flange 63 has extended from the Suehiro end of the cone part 61, and is firmly attached to the plenum crowning 60 by the usual bolting implement 68.

[0018]The melt feed pipe 56 has the outlet end part 70, and the taper of the outside surface is carried out so that the outlet end part 70 may fit into the inner surface 71 of the cone part 61. The inner surface 71 of the cone part 61 is a rim support means which is supporting the pipe 56 in same axle in the plenum means 52. The tip part 78 of the outlet end part 70 of the melt feed pipe 56 is projected exceeding the cone part 61.

The 1st trapezoidal part of the wall means 54 is formed.

The outside surface of the cone part 61 which has extended from the plenum crowning 60 to the 1st trapezoidal part forms the 2nd trapezoidal part of the wall means 54.

[0019]The vertical angle of the 1st trapezoidal part 78 is substantially [as the vertical angle of the 2nd trapezoidal part] the same, or smaller than it about 15 degrees or less. The vertical angle of the 1st trapezoidal part can be about 20 degrees - 60 degrees, and the vertical angle of the 2nd trapezoidal part can be about 40 degrees - 60 degrees. It is preferred that the vertical angle of the 1st trapezoidal part shall be about 24 degrees - 31 degrees, and especially the thing to consider as about 29 degrees is preferred. It is preferred that the vertical angle of the 2nd trapezoidal part shall be about 42 degrees - 46 degrees, and especially the thing to consider as about 44 degrees is preferred.

[0020]The plenum pars basilaris ossis occipitalis 57 is formed from the annular disk 62 which has the screw cutter inner surface 66 of the bracket 58, and the screw cutter outside surface 64 which fits in each other. By the usual bolting implement 74, the 2nd annular bracket 72 is firmly attached to the annular disk 62. The annular bracket 72 has the gas orifice 74 which has the surface facing the wall 54.

The 2nd annular channel 76 is demarcated between the wall 54 and the surface of the orifice 74.

It can be made to agree with the wall means 54 mostly by making the surface of the gas orifice 74 into **** shape. The size of the 2nd channel 76 can be adjusted by turning the plenum pars basilaris ossis occipitalis 57 in whether the wall means 54 is approached and the direction which separates via the thread part 66.

[0021]The 2nd trapezoidal part of the wall means 54 can be projected exceeding the plenum pars basilaris ossis occipitalis 74, i.e., a gas orifice. The 2nd trapezoidal part has brought about protection of the addition from the gas for spraying to the tip part 78 of the melt feed pipe which has extended from there. The high-pressure gas for spraying applies stress to the tip part 78 from the power of the expanding gas, and it gives the

thermal shock from the fall of the temperature of the expanding gas. For example, the 2nd trapezoidal part can project to about 6 mm exceeding a plenum pars basilaris ossis occipitalis. Only about 1 mm - 7 mm, and the desirable low value of this range can project from the 2nd trapezoidal part, and the 1st trapezoidal part of the tip part 78 gives the desired gas stream for spraying to the outlet orifice 65.

[0022]The gas supply line 80 has penetrated the cylindrical shape housing 59. The gas for spraying, such as argon, helium, or nitrogen, is introduced into the gas supply line 80 by an ordinary gas conducting apparatus (not shown). The gas for spraying progresses to the annular inner channel 53 by pressure about 0.7 MPa(s)-7MPa in accordance with the direction of the arrow B, and passes the 2nd channel 76. When the melting flow 82 passes the melt feed pipe 56, the flow 82 interacts with the gas for spraying in the lower part of the outlet orifice 65, is sprinkled by misty state, and forms metal powder.

[0023]It was confirmed that the nozzle of this invention can be used with the gas pressure for spraying remarkable and lower than the conventional nozzle as shown, for example in the United States patent number No. 4619845 and 4778516. It not only can use the nozzle of this invention by a low pressure, but it was confirmed that fine metal powder, for example, metal powder of 37 microns or less, is generable with yield higher than the conventional nozzle. In other words, the nozzle of this invention can generate detailed metal powder with high yield with the low gas pressure for spraying as compared with the conventional nozzle.

[0024]That is [the nozzle of this invention does not operate in suction mode], the flow of the liquid metal from a melt feed pipe does not increase in the case of spraying. By contrast, the nozzle of this invention operates so that it may decrease in the case of spraying of the flow of the molten metal which lets a melt feed pipe pass. The feature and advantage except the operation method of the nozzle of this invention and the nozzle having mentioned above will become clear from the following examples. In the following examples, the nozzle which has the composition mostly shown in drawing 2 was used combining the melt feed pipe formed considering the inside diameter and outer diameter in an outlet orifice as various values. The gas for spraying is argon and the melt feed pipe was formed from boron nitride.

[0025]The nozzle which has a melt feed pipe example 1 outer diameter of 5.2 mm and 4.75 mm in inside diameter was operated by various gas mass flows, and the pressure in the outlet orifice of a melt feed pipe was measured. The shape of a nozzle is as follows. 0.85 mm of projection of the 2nd trapezoidal part from 0.76 mm of gas channel gaps for spraying, 9.8 mm of gas orifices, 29.4 degrees of vertical angles of the 1st trapezoidal

part, 44 degrees of vertical angles of the 2nd trapezoidal part, and a plenum pars basilaris ossis occipitalis, 3.58 mm of projection of the 1st trapezoidal part from the 2nd trapezoidal part.

[0026]The seal of the melt feed pipe was carried out by the entrance end, and the sampling pipe connected with the pressure transducer was inserted in the melt feed pipe. The pressure which sends the gas for spraying of argon to a nozzle by a various flow, and is obtained within a melt feed pipe as the result was recorded. Drawing 3 is the graph which plotted the outlet orifice pressure displayed on the vertical axis by a kilopascal (KPa), and plotted the gas mass flow displayed on the horizontal axis by a part (kg/min) for kilogram/. Gage pressure is a difference of atmospheric pressure and measuring pressure power.

[0027]The nozzle of Example 1 was operated by connecting an example 2 melt feed pipe with the water reservoir which has the fixed static head pressure of about 14 KPa(s), and supplying argon spray gas by a various flow. The flow of the water which passes along a melt feed pipe was measured to various spray gas flows. Drawing 5 is a graph which shows the flow of the water of the kilogram-per-second (kg/sec) display plotted on the vertical axis as a function of the flow of the spray gas of the kilogram / part (kg/min) display plotted on the horizontal axis. The data point plotted at the leftmost of the vertical axis shows the amount of single phase flow of the water which flows through a melt feed pipe.

[0028]The nozzle which has a melt feed pipe which has an outlet orifice Example 3, four outer diameters of 10 mm, and 9.5 mm in inside diameter was operated by various gas mass flows, and the pressure in the outlet orifice of a melt feed pipe was measured. The shape of a nozzle is as follows. 3.3 mm of projection of the 2nd trapezoidal part from 2 mm of gas channel gaps for spraying, 17.3 mm of gas orifices, 29 degrees of vertical angles of the 1st trapezoidal part, 44 degrees of vertical angles of the 2nd trapezoidal part, and a plenum pars basilaris ossis occipitalis, 3.3 mm of projection of the 1st trapezoidal part from the 2nd trapezoidal part. It examined about a 9.5-mm outlet orifice nozzle like Examples 1 and 2. Drawing 4 and drawing 6 support drawing 3 and drawing 5.

The pressure of a melt feed pipe and the flow of water are shown as a function of the flow of spray gas.

[0029]The pressure in a melt feed pipe falls rather than 1 atmosphere of a pipe when gas is not flowing, and reaches the minimum, and subsequently it goes up as the flow of spray gas increases, so that drawing 3 and drawing 4 may show, but it stops below at

atmospheric pressure. Drawing 3 and drawing 4 show that the pressure in a melt feed pipe falls, when spray gas flows from a nozzle, but. Drawing 5 and drawing 6 show that bring about the fall of a liquid flow rate [in / in spray gas / a melt feed pipe], namely, a nozzle does not attract it like the conventional nozzle, when the fluid is atomized. The flow of water rises to the maximum and decreases slowly as are shown in drawing 5 and drawing 6, and the flow of spray gas increases, but the maximum is lower than the flow of water when spray gas is not flowing.

[0030]As a result, it turns out that the nozzle of this invention does not generate the vacuum for suction. Spray gas reduces the flow of the fluid which passes along a melt feed pipe as compared with a flow in case spray gas is not supplied.

the nozzle was operated with the melt feed pipe which has the outlet orifice which boiled and changed various diameter ratios of example 5 inside-diameter foreign. The nozzle was operated by various plenum pressures in the single phase flow and the two-phase flow, measuring the flow of the water from an outlet orifice. Drawing 7, drawing 8, and drawing 9 about the melt feed pipe which has an outer diameter of 4.7 mm, 6.35 mm, and 9.5 mm, respectively. The flow of the water of the kilogram / part (kg/min) display plotted on the vertical axis is shown as a function of the plenum pressure of the megger Pascal (MPa) display plotted on the horizontal axis.

[0031]The shape of a nozzle of having an outlet orifice with an outer diameter of 4.7 mm is as follows. 1.8 mm of projection of the 2nd trapezoidal part from 1.5 mm of gas channel gaps for spraying, 12 mm of gas orifices, 29.2 degrees of vertical angles of the 1st trapezoidal part, 44 degrees of vertical angles of the 2nd trapezoidal part, and a plenum pars basilaris ossis occipitalis, 4.6 mm of projection of the 1st trapezoidal part from the 2nd trapezoidal part. The shape of a nozzle of having an outlet orifice with an outer diameter of 6.35 mm is as follows. 2.1 mm of projection of the 2nd trapezoidal part from 1.5 mm of gas channel gaps for spraying, 14 mm of gas orifices, 29 degrees of vertical angles of the 1st trapezoidal part, 44 degrees of vertical angles of the 2nd trapezoidal part, and a plenum pars basilaris ossis occipitalis, 4.3 mm of projection of the 1st trapezoidal part from the 2nd trapezoidal part. The shape of a nozzle of having an outlet orifice with an outer diameter of 9.5 mm is as follows. 2.5 mm of projection of the 2nd trapezoidal part from 1.55 mm of gas channel gaps for spraying, 17 mm of gas orifices, 29 degrees of vertical angles of the 1st trapezoidal part, 44 degrees of vertical angles of the 2nd trapezoidal part, and a plenum pars basilaris ossis occipitalis, 4.1 mm of projection of the 1st trapezoidal part from the 2nd trapezoidal part.

[0032]Drawing 7 shows that there are few amounts of two-phases flow than the amount of single phase flow in the melt feed pipe which has an outlet orifice the outer diameter

of 4.7 mm, and 4.52 mm in inside diameter. Drawing 8 shows that there are few amounts of two-phases flow than the amount of single phase flow in the melt feed pipe which has an outlet orifice the outer diameter of 6.35 mm, and 6.25 mm in inside diameter. Drawing 9 shows that there are few amounts of two-phases flow than the amount of single phase flow in the melt feed pipe which has an outlet orifice (the outer diameter of 9.5 mm and 9.5 mm in inside diameter, 8.7 mm, and 7.3 mm).

[0033]The ratio of the amount of the amount pair of single phase flow maximum two-phases flow shown in drawing 7 - drawing 9 is shown in drawing 10 about each melt feed pipe as a function of the diameter ratio of inside diameter foreign in an outlet orifice. When the ratio of the amount of the amount pair of single phase flow maximum two-phases flow was smaller than 1, it decreased on the occasion of spraying of the liquid flow in a melt feed pipe. When the ratio of the amount of the amount pair of single phase flow maximum two-phases flow was larger than 1, it increased on the occasion of spraying of the liquid flow in a melt feed pipe, namely, the nozzle carried out the suction effect.

[0034]In the nozzle of this invention which makes the ratio of the amount of the amount of two-phases flow versus single phase flow less than one, the yield rise of the particles in the case of metal spraying (microatomization) was attained by the surprising thing. The melt feed pipe which constitutes the metal spraying nozzle of this invention has an outlet orifice which has a diameter ratio of inside diameter foreign which decreases the liquid flow which flows into a melt feed pipe in the case of spraying. It is shown to drawing 10 by the downward data point rather than the ratio 1 that the flow of the fluid which flows into a melt feed pipe in the case of spraying decreases.

[0035]It was confirmed by operating the nozzle of this invention by a larger spray gas pressure or flow than the spray gas pressure or flow which gives the highest liquid flow rate from a melt feed pipe that the yield of detailed powder increases. For example, when drawing 7 is referred to, it turns out that the liquid flow rate through which the nozzle which has a 4.7-mm melt feed pipe 4.52 mm in inside diameter flows into a pipe by spray gas pressure abbreviation 1.6MPa becomes the highest. Therefore, the nozzle which has a melt feed pipe 4.52 mm in inside diameter is larger than about 1.6 MPa(s), for example, if it is operated by the spray gas pressure of about 2 MPa(s) - 2.5MPa, it can obtain detailed powder with high yield. On the other hand, by supplying spray gas by the pressure which is a pressure which makes a suction effect, namely, makes the maximum the liquid flow from a melt feed pipe, when conventional technology teaches, the conventional closing coupled nozzle operates so that the improvement in yield of detailed metal powder may be attained.

[0036]It was made to operate by various spray gas pressures, passing the flow of the nickel base superalloy which fused the nozzle which has a melt feed pipe which has an outlet orifice example 6 outer diameter of 9.5 mm, and 9.4 mm in inside diameter to the melt feed pipe by the constant pressure of about 18 KPa(s). The shape of the nozzle was the same as the nozzle with an outer diameter of 9.5 mm of Example 5. It was made to operate by various spray gas pressures, passing the flow of the nickel base superalloy which fused the 2nd nozzle that has a melt feed pipe which has an outlet orifice the outer diameter of 4.7 mm, and 4.6 mm in inside diameter to the melt feed pipe by the constant pressure of about 18 KPa(s). The shape of the nozzle was the same as the nozzle with an outer diameter of 4.7 mm of Example 5. The additional atomization experiment was conducted with various nozzle dimensions.

[0037]Drawing 3 and drawing 4 show that spray gas reduces the pressure in the outlet orifice of a melt feed pipe, while the fluid is not flowing into the melt feed pipe. Therefore, "the total gage pressure" into which it is made to flow through a fluid compulsorily from a melt feed pipe can be determined by measuring the fall of a pressure and adding the static head pressure which pours a fluid compulsorily in a pipe about various outlet orifices [as / in Example 1] which have various diameter ratios of inside diameter foreign. The term "calculated single phase liquid stream bunch" used here means the liquid stream bunch which is called for by using total gage pressure for the Bernoulli's theorem corrected about the pressure drawdown in the nozzle which has a melt feed pipe with the outlet orifice which has a predetermined diameter ratio of inside diameter foreign and which lets a pipe pass. This calculation can be experientially checked by applying static head pressure equal to total gage pressure, and pouring a fluid compulsorily to the melt feed pipe which has an outlet orifice which has a predetermined diameter ratio of inside diameter foreign.

[0038]Drawing 11 is a graph which shows what is called a "spraying mass flow bunch ratio" here as a function of the total gage pressure which pours a fluid compulsorily from a melt feed pipe. A spraying mass flow bunch ratio is a ratio of the single phase liquid stream bunch which did two phase fluid flux pair calculation. The spraying mass flow bunch ratio about atomization of the molten metal in the nozzle which has nozzle dimensions of the 9.5-mm outlet orifice of Example 5 was plotted as a data point of a black dot (-) to drawing 11. For comparison, the spraying mass flow bunch ratio about atomization of the water in the nozzle of the 9.5-mm outlet orifice of Example 5 was plotted as the solid line to drawing 11.

[0039]The spraying mass flow bunch ratio about atomization of the molten metal in the nozzle which has nozzle dimensions of the 4.7-mm outlet orifice of Example 5 was

plotted as a data point of a white round head (O) to drawing 11. For comparison, the spraying mass flow bunch ratio about atomization of the water in the nozzle of the 4.7-mm outlet orifice of Example 5 was plotted as the solid line to drawing 11. The nozzle which has a 4.7-mm outlet orifice, and the spraying mass flow bunch ratio about atomization of the molten metal in various nozzle dimensions were plotted as a data point of a rectangular head (***) to drawing 11.

[0040]Drawing 11 shows that spraying of the water in the nozzle of this invention expresses spraying of the molten metal as a fluid which flows into a melt feed pipe. Drawing 11 shows that the spraying mass flow bunch ratio of the nozzle of this invention is less than about 0.4. On the other hand, the highest mass flow bunch ratio obtained from the nozzle which has a melt feed pipe which has an outlet orifice which does not have a diameter ratio of inside diameter foreign into the limit of this invention exceeds 0.4, for example, is about 0.82 or less. When the nozzle of this invention was operated so that a mass flow bunch ratio might become less than about 0.4, it was confirmed that the refractory metal which contains particles, for example, the particles below 37 microns, with a high yield, for example, the powder of a nickel base superalloy, is formed.

[0041]For example, the 4.7-mm outlet orifice nozzle which has a melt feed pipe whose inside diameter of an outlet orifice is 4.6 mm shows to drawing 11 what has about 0.4 or less spraying mass flow bunch ratio. The spray gas pressure to which the yield of detailed metal powder is made to increase is a pressure which makes a spraying mass flow bunch ratio less than 0.4. For example, the total pressure in an outlet orifice is about 55 KPa(s) in the mass flow bunch ratio of about 0.225. When static head pressure 18KPa is lengthened, the gage pressure in an outlet orifice is about 37 KPa(s). If drawing 3 is referred to, the outlet orifice gage pressure of 37KPa corresponds to gas mass flow about 17 kg/min. Since the gas gap of a nozzle is 0.76 mm, the gas pressure of the flow of 17 kg/min is about 4 MPa(s).

[0042]If it is a person skilled in the art, it can be produced and used by conducting several easy experiments as show the nozzle of this invention which has a melt feed pipe of a different outlet orifice size to Examples 1-6 mentioned above.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is drawing of longitudinal section of the molten metal spraying nozzle by this invention.

[Drawing 2]It is drawing of longitudinal section of other molten metal spraying nozzles by this invention.

[Drawing 3] It is a graph which shows the pressure in the outlet orifice of the melt feed pipe in the nozzle of this invention as a function of a spray gas flow.

[Drawing 4] It is a graph which shows the pressure in the outlet orifice of the melt feed pipe in the nozzle of this invention as a function of a spray gas flow.

[Drawing 5] It is a graph which shows the flow of the water from the melt feed pipe in the nozzle of this invention as a function of a spray gas flow.

[Drawing 6] It is a graph which shows the flow of the water from the melt feed pipe in the nozzle of this invention as a function of a spray gas flow.

[Drawing 7] It is a graph which shows the flow of the water from the melt feed pipe which has various diameter ratios of inside diameter foreign by the outlet orifice.

[Drawing 8] It is a graph which shows the flow of the water from the melt feed pipe which has various diameter ratios of inside diameter foreign by the outlet orifice.

[Drawing 9] It is a graph which shows the flow of the water from the melt feed pipe which has various diameter ratios of inside diameter foreign by the outlet orifice.

[Drawing 10] It is a graph which shows the single phase liquid flow rate versus two phase liquid flow rate ratio from a melt feed pipe which has various diameter ratios of inside diameter foreign by the outlet orifice.

[Drawing 11] It is a graph which shows a spraying mass flow bunch ratio as a function of the total pressure in an outlet orifice.

[Description of Notations]

10 and 50 Nozzle

12 and 52 Plenum means

14 and 56 Melt feed pipe

16 and 54 Wall means

18 and 60 Plenum crowning

20 and 57 Plenum pars basilaris ossis occipitalis

22 Channel

26, 65 outlet orifices

32 Annular orifice

34 The 2nd channel

58 Bracket

74 Gas orifice

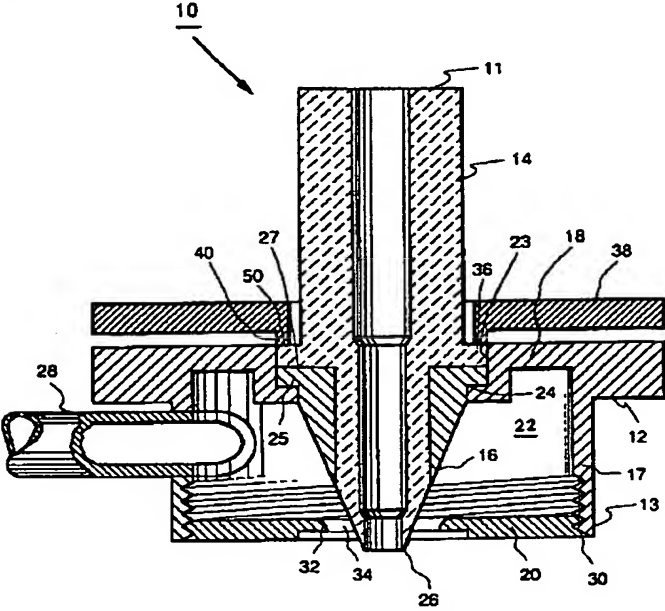
76 Annular channel

78 The 1st trapezoidal part

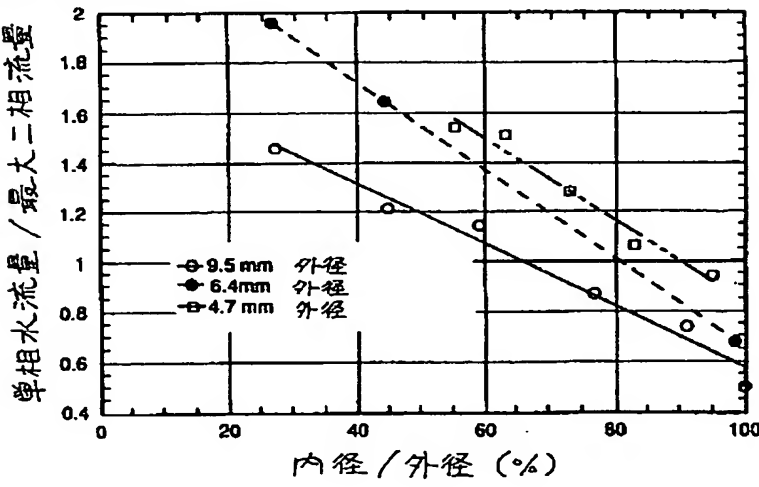
80 Gas supply line

DRAWINGS

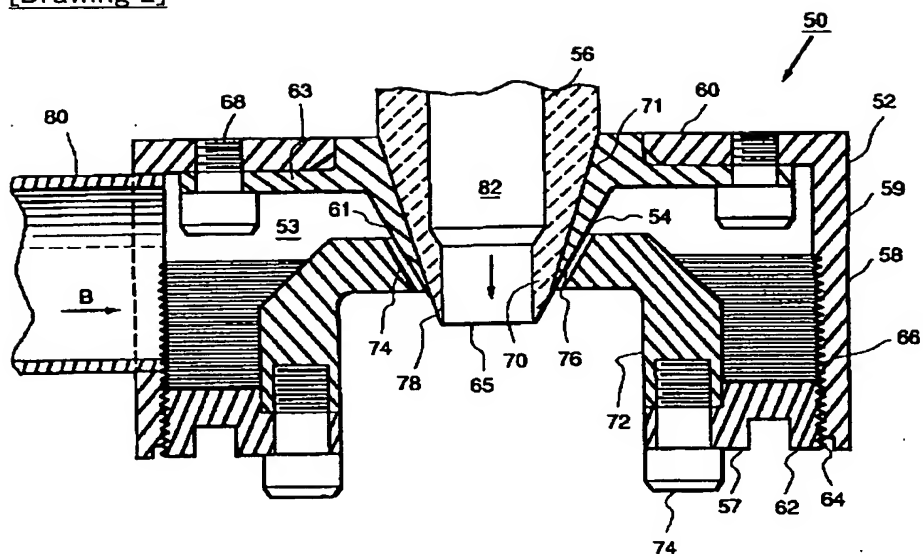
[Drawing 1]



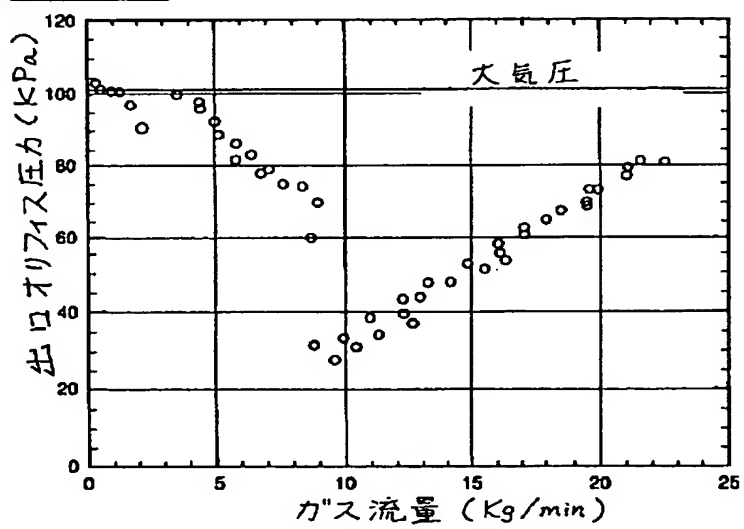
[Drawing 10]



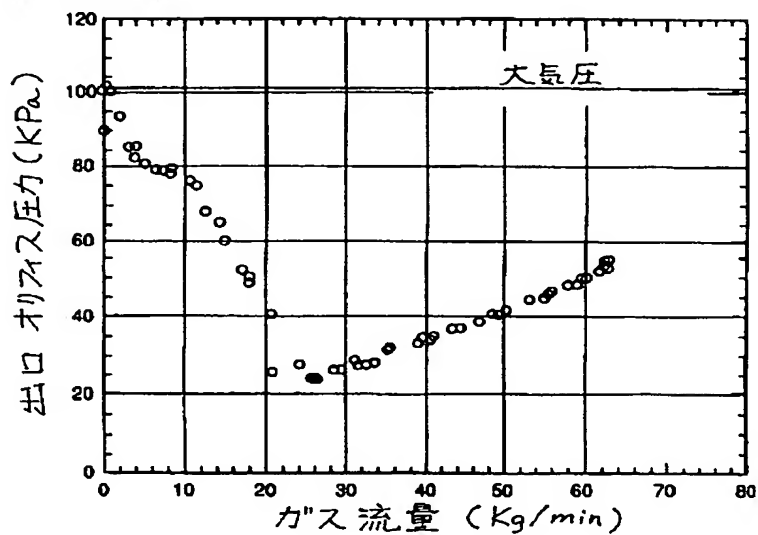
[Drawing 2]



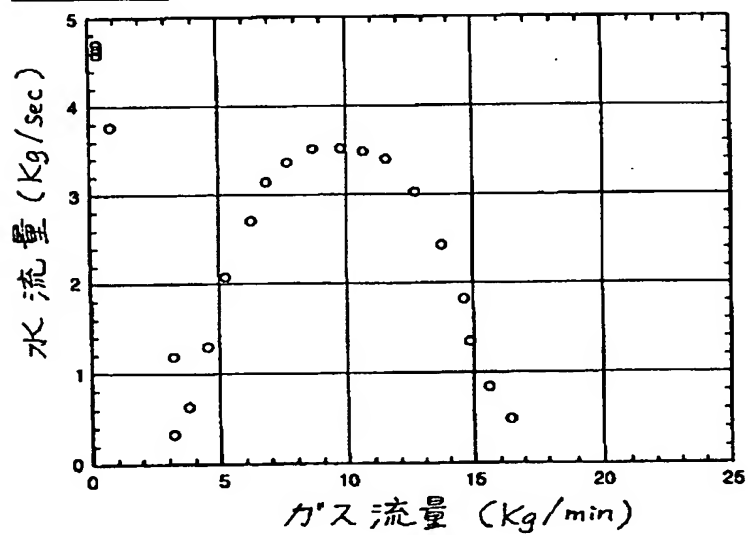
[Drawing 3]



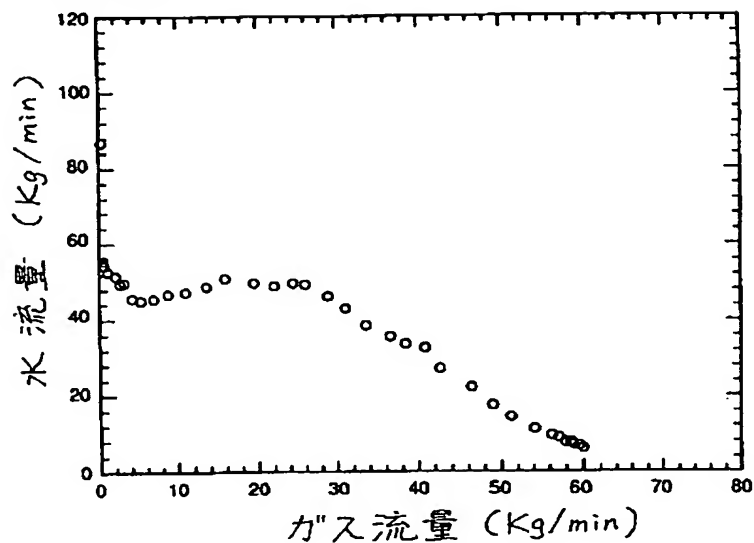
[Drawing 4]



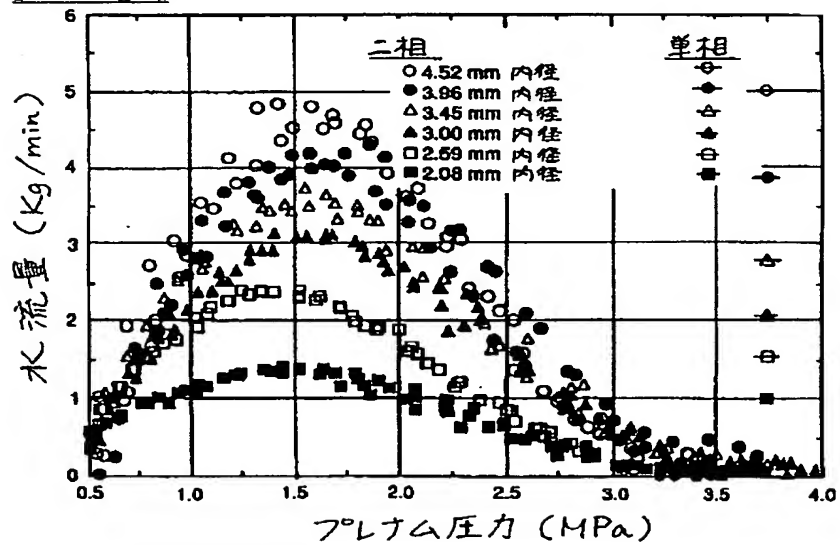
[Drawing 5]



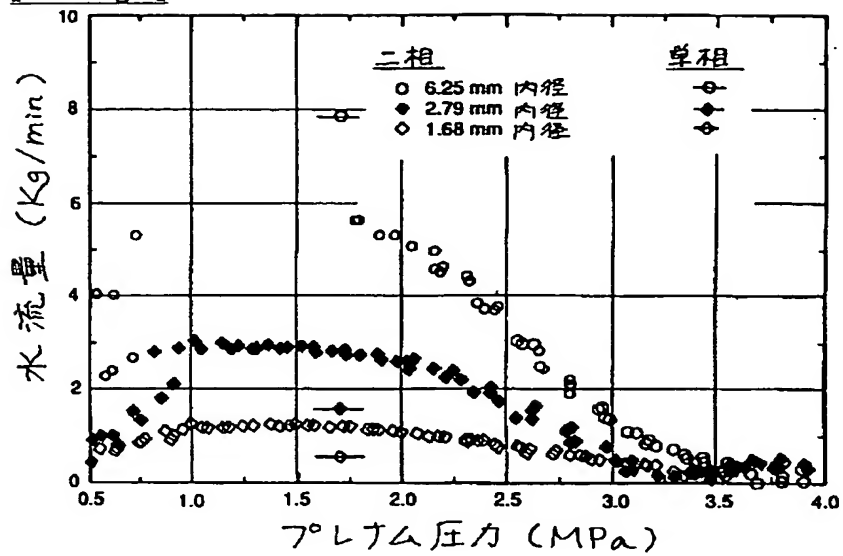
[Drawing 6]



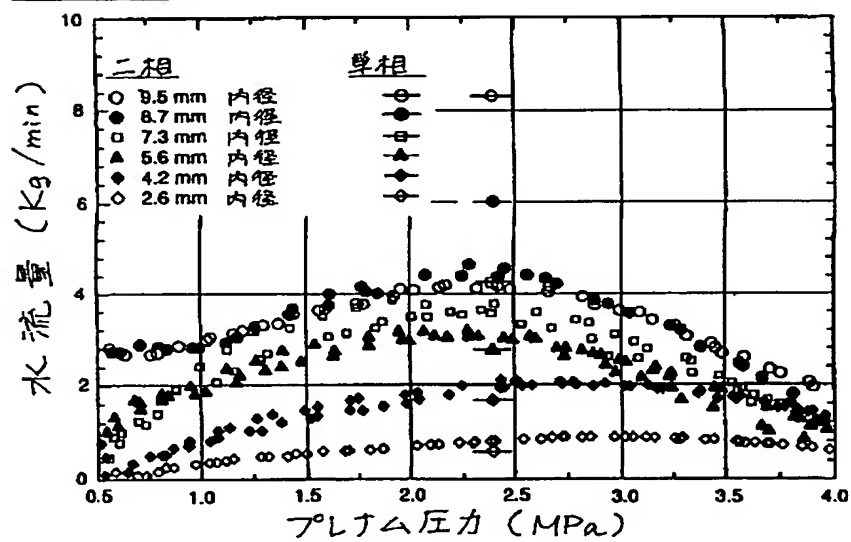
[Drawing 7]



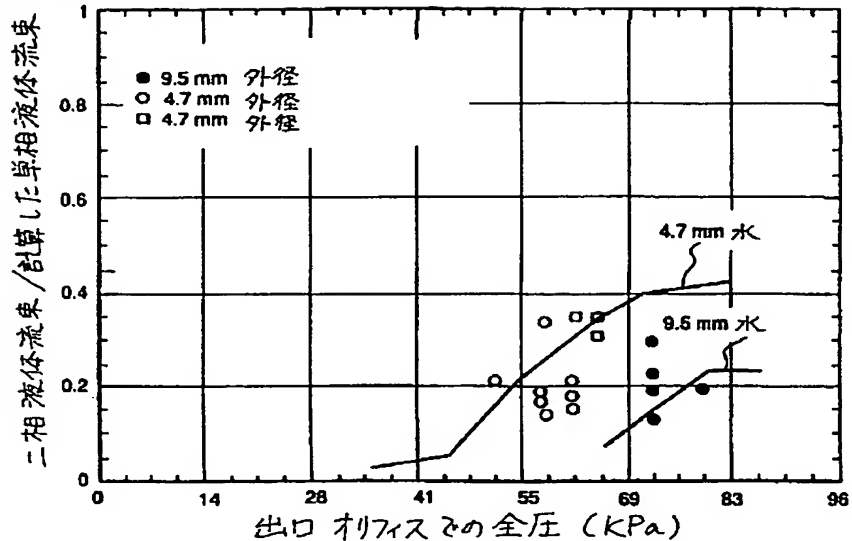
[Drawing 8]



[Drawing 9]



[Drawing 11]



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-88202

(43)公開日 平成6年(1994)3月29日

(51)Int.Cl.⁵

C 2 3 C 4/12

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 有 請求項の数13(全 13 頁)

(21)出願番号 特願平5-143138

(22)出願日 平成5年(1993)6月15日

(31)優先権主張番号 9 0 0 3 6 9

(32)優先日 1992年6月18日

(33)優先権主張国 米国 (U S)

(71)出願人 390041542

ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
GENERAL ELECTRIC CO
MPANY

アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ
クタディ、リバーロード、1番

(72)発明者 スティーブン・アルフレッド・ミラー
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、アムス
テルダム、ボッター・ロード、アールディ
ー・ナンバー3 (番地なし)

(74)代理人 弁理士 生沼 徳二

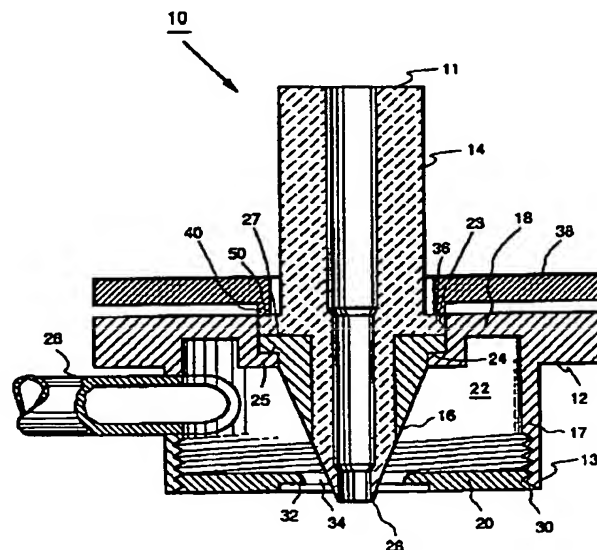
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 溶融金属を噴霧するノズル及び溶融金属を噴霧する方法

(57)【要約】

【目的】 溶融金属を噴霧して微粒子の割合の高い粉末を形成するノズルを提供する。

【構成】 本発明に係る溶融金属を噴霧するノズル10は、ガスプレナム12と、溶融物送り管14と、ガスプレナム12内に設けられており、噴霧用ガスを溶融物送り管14の出口オリフィス26に送り出す環状内壁手段16とを備えている。溶融物送り管14の出口オリフィス26は、噴霧の際に溶融物送り管14に流れる液体の流れを減少させる内径対外径比を有している。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 プレナム頂部と、調節自在に装着されているプレナム底部とを有していると共に内部に円筒形チャンネルを画定している円筒形ハウジングを含んでいるプレナム手段と、

前記プレナム頂部及び前記プレナム底部を軸線方向に貫通して、出口オリフィスを有している出口端部まで延在している溶融物送り管と、

前記プレナム頂部から前記出口オリフィスまで前記溶融物送り管と同軸に延在している環状内壁手段とを備えており、

前記出口オリフィスは、内径と、外径とを有しており、前記プレナム頂部は、前記溶融物送り管を支持するリム支持手段により画定されている軸線方向ボアを有しており、

前記内壁手段は、前記出口オリフィスで狭くなっていると共に前記円筒形チャンネルを第1の環状チャンネルに分割している台形状外面を有しており、

前記出口端部は、前記内壁手段の第1の台形部を形成している外面を有しており、

前記プレナム底部は、前記内壁手段と同軸であると共に該内壁手段から離間している噴霧ガスオリフィスを有しており、該噴霧ガスオリフィスは、前記内壁手段との間に第2の環状チャンネルを画定しており、

前記円筒形ハウジングは、該円筒形ハウジングを貫通しているガス供給管を有しており、

前記出口オリフィスは、噴霧の際に前記溶融物送り管に流れる液体の流量を減少させるように予め選定された前記内径の前記外径に対する比を有している、溶融金属を噴霧するノズル。

【請求項2】 前記出口オリフィスの前記内径の前記外径に対する比は、二相流れ時に前記管に流れる液体流束の単相流れ時に前記管に流れる液体流束に対する比が1未満になるように予め選定されている請求項1に記載のノズル。

【請求項3】 前記内壁手段は、前記第1の台形部から前記プレナム頂部まで延在している第2の台形部を有しており、該第2の台形部は、約 $40^\circ \sim 60^\circ$ の頂角を有している請求項1に記載のノズル。

【請求項4】 前記第1の台形部は、約 $20^\circ \sim 46^\circ$ の頂角を有している請求項3に記載のノズル。

【請求項5】 前記第1の台形部は、約 $24^\circ \sim 31^\circ$ の頂角を有しており、前記第2の台形部は、約 $42^\circ \sim 46^\circ$ の頂角を有している請求項4に記載のノズル。

【請求項6】 前記オリフィスの内径は、前記外径の少なくとも約65%である請求項1に記載のノズル。

【請求項7】 前記オリフィスの内径は、約3mm～26mmの範囲にある請求項6に記載のノズル。

【請求項8】 前記第2の台形部は、前記プレナム底部を越えて約6mm以下突出している請求項1に記載のノ

ズル。

【請求項9】 前記第1の台形部は、前記第2の台形部を越えて約1mm～7mm突出している請求項8に記載のノズル。

【請求項10】 プレナム頂部と、調節自在に装着されているプレナム底部とを有していると共に内部に円筒形チャンネルを画定している円筒形ハウジングを含んでいるプレナム手段と、

前記プレナム頂部及び前記プレナム底部を軸線方向に貫通して、出口オリフィスを有している出口端部まで延在している溶融物送り管と、

前記プレナム頂部から前記出口オリフィスまで前記溶融物送り管と同軸に延在している環状内壁手段とを設け、この際、前記出口オリフィスは、内径と、外径とを有しており、

前記プレナム頂部は、前記溶融物送り管を支持するリム支持手段により画定されている軸線方向ボアを有しており、

前記内壁手段は、前記出口オリフィスで狭くなっていると共に前記円筒形チャンネルを第1の環状チャンネルに分割している台形状外面を有しており、

前記出口端部は、前記内壁手段の第1の台形部を形成している外面を有しており、

前記プレナム底部は、前記内壁手段と同軸であると共に該内壁手段から離間している噴霧ガスオリフィスを有しており、該噴霧ガスオリフィスは、前記内壁手段との間に第2の環状チャンネルを画定しており、

前記円筒形ハウジングは、該円筒形ハウジングを貫通しているガス供給管を有しており、

前記出口オリフィスは、室中の噴霧ガスの任意の圧力に対して前記管に流れる液体流量を減少させる前記内径の前記外径に対する比を有しており、

二相流れの単相流れに対する比を1未満とするように、前記ガス供給管に第1の予め選定した圧力の噴霧ガスを供給すると共に、前記溶融物送り管に第2の予め選定した圧力の液体を供給し、

この際、前記第1の予め選定した圧力は、最高二相流れをもたらす噴霧ガスの第3の圧力よりも大きい、溶融金属を噴霧する方法。

【請求項11】 前記第1の予め選定した圧力は、約1.5MPa～7MPaである請求項10に記載の方法。

【請求項12】 前記出口オリフィスでの前記内径の前記外径に対する比と、前記第1の予め選定した圧力とは、最大噴霧質量流束比を約0.4未満とするように選ばれている請求項10に記載の方法。

【請求項13】 前記第1の予め選定した圧力は、噴霧質量流束比をノズルの最大質量流束比よりも小さくするように選ばれている請求項12に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、熔融金属を噴霧して金属粉末を形成する方法及び装置に関し、特に、粒度（粒子の大きさ）の細かい金属粉末を製造するノズル及びその操作方法に関する。

【0002】

【従来の技術】微細な金属粉末、例えば粒径が37ミクロンよりも小さい粉末に対する工業的な要求が増大している。従って、このような微細な粉末の収量を増大することができると共に、その粒度分布を狭くすることのできる金属噴霧ノズル及び方法を開発する必要がある。米国特許番号第4619845号及び同第4778516号に、このような金属粉末を形成するための送り制限ノズル及びノズルの操作方法が開示されている。この送り制限ノズルは、クローズカップルド（組み込み）ノズルとしても知られており、市販されている。ノズルは、ガスジェットの環状配列内に配置されている出口オリフィスを有している熔融物送り管から構成されている。ガスジェットは超音速で流れ、オリフィスから出てくる熔融金属の流れに衝突し、その流れを噴霧（微粒化）して、金属粉末を形成する。

【0003】米国特許番号第4619845号及び同第4778516号に開示されたクローズカップルドノズルは、その動作に当たって、熔融物送り管の出口オリフィスでの圧力が降下するまで、ガスジェットの入口圧力を上げることができる。ガスジェット圧力は、熔融物送り管の出口端に真空、いわゆる吸引真空が生じるまで、増加することができる。言い換えると、ノズルは、噴霧用ガスジェットによって形成される吸引真空の作用で、熔融物送り管に流れる熔融金属の流量を増加させる圧力で動作される。吸引真空は、噴霧用ガス圧力を約8MPa～19MPaの範囲とすることにより形成され得る。

【0004】米国特許番号第4619597号及び同第4801412号に開示されたクローズカップルドノズルは、環状にガスジェットを送り出すガスプレナムから、熔融物送り管の先端まで連続な表面を有しており、熔融物送り管の先端は凹形状を有している。このため、噴霧用ガスは先端で所定の方向に反らされる。米国特許番号第4631013号に開示された同様のノズルは、熔融物送り管の出口オリフィスが熔融金属の噴霧（微粒化）を改良する種々の形状を有している。

【0005】

【発明の目的】本発明の目的は、高い微粒子収量にて金属粉末を形成すべく、熔融金属を噴霧するノズルを提供することにある。本発明の他の目的は、熔融金属を噴霧するノズルであって、熔融物送り管の出口オリフィスでの内径対外径比が予め選定されているノズルを提供することにある。

【0006】

【発明の概要】熔融金属を噴霧（微粒化）するノズル

は、円筒形ハウジングを含んでいるプレナム手段を備えており、円筒形ハウジングは、プレナム頂部と、調節自在に装着されているプレナム底部とを有しており、内部に円筒形チャンネルを画定している。熔融物送り管が、プレナム頂部及びプレナム底部を軸線方向に貫通して、出口オリフィスを有している出口端部まで延在している。出口オリフィスは内径と、外径とを有している。プレナム頂部は、熔融物送り管を支持するリム支持手段によって画定されている軸線方向ボアを有している。

【0007】環状内壁手段が、プレナム頂部から出口オリフィスまで熔融物送り管と同軸に延在している。内壁手段は台形状外面を有しており、台形状外面は、出口オリフィスで狭くなっており、円筒形チャンネルを第1の環状チャンネルに分割している。出口端部は、内壁手段の第1の台形部を形成している外面を有している。プレナム底部は、内壁手段と同軸であると共に内壁手段から離間している噴霧ガスオリフィスを有しており、噴霧ガスオリフィスは、内壁手段との間に第2の環状チャンネルを画定している。円筒形ハウジングは、円筒形ハウジングを貫通しているガス供給管を有している。出口オリフィスは、噴霧する際に熔融物送り管に流れる液体の流量を減少させるように予め選定されている内径対外径比を有している。

【0008】本明細書で用いる用語「二相流れ」は、液体と噴霧用ガスとの両方がノズルから流れていることを意味し、用語「単相流れ」は、液体のみがノズルから流れている、即ち噴霧用ガスがノズルから流れていないことを意味する。言い換えると、二相流れ時には、液体は出口オリフィスから流れ、噴霧用ガスは噴霧ガスオリフィスから流れている。単相流れ時には、液体は出口オリフィスから流れているが、噴霧用ガスは噴霧ガスオリフィスから流れていない。

【0009】

【具体的な構成】図1を参照すると、同図には本発明に従って熔融金属を噴霧するノズル10が縦断面図にて示されている。ノズル10は、プレナム手段12と、熔融物送り管14と、環状内壁手段16とを備えている。プレナム手段12は適当な鋼製とすることが好ましく、円筒形ハウジング17と、プレナム頂部18と、調節自在に装着されているプレナム底部20とを有しており、円筒形ハウジング17と、プレナム頂部18と、プレナム底部20とは、内部に円筒形チャンネル22を形成している。プレナム頂部18には、熔融物送り管14を軸線方向に支持するためのリム支持手段、例えば棚部24によって画定されている軸線方向ボア23が形成されている。

【0010】熔融物送り管14は、プレナム頂部18及びプレナム底部20を貫通して、出口オリフィス26まで軸線方向に延在している。液体金属が、セラミックろつばのような熔融金属貯蔵容器から、熔融物送り管14

の上端11に導入され、管14内を出口オリフィス26まで流れ、出口オリフィス26から外に出て噴霧化される。溶融物送り管14は、溶融金属と反応せず、熱衝撃に強いセラミック材料、例えば窒化ホウ素やジルコニアから形成されている。出口オリフィス26は内径と、外径とを有している。

【0011】内径対外径の比は、噴霧用ガスジェットが第2のオリフィス34から流れているときに管14からの液体の流れを減少させるように、予め選定されている。従来のノズルでは、ノズルの出口端に吸引用真空が形成されるまで、噴霧用ガス圧力を増加することができるが、こうすると、溶融物送り管からの液体の流量を増加させる。驚くべきことには、本発明のノズルにおける溶融物送り管の出口オリフィスの内径対外径比を予め選定することにより、噴霧用ガスが流れているときの溶融物送り管からの液体の流量を減少させることができることを見出した。ノズルの噴霧用ガスの圧力が増加するにつれて、溶融物送り管からの液体の流量は最大値まで増加してから、減少する。しかしながら、単相流れの際のノズルからの液体の流量は常に、2相流れの際のノズルからの液体の流量よりも大きい。言い換えると、本発明のノズルは吸引しない。

【0012】予め選定した内径対外径比を有する出口オリフィスを有している本発明のノズルでは又、噴霧の際の微粒子の収率が增大することも見出した。例えば、粒度約37ミクロン以下のニッケル基超合金粉末を、本発明のノズルでは約70%までの収率で形成することができる。予め選定した内径対外径比は、溶融物送り管の外径に依存している。外径が増加するにつれて、この比は減少し得る。例えば、外径約4.7mmの出口オリフィスを有している溶融物送り管では、比を約90%まで低下させ得る、即ち内径を約4.2mmとすることができる。外径約9.5mmの出口オリフィスを有している溶融物送り管では、比を約65%まで低下させ得る、即ち内径を約6.2mmとすることができる。本発明のノズルは、溶融物送り管の内径約3mm~26mmの範囲で

使用することができる。

【0013】環状内壁手段16は、プレナム頂部18からオリフィス26まで延在しており、円筒形チャンネル22を環状チャンネルに分割する台形部を形成している外面を有している。内壁手段16は、適当な鋼又はセラミックから形成することができ、溶融物送り管14の一部とすることが好ましい。内壁手段16はフランジ25によって、棚部24から支持されている。内壁手段16の台形形状の外面はオリフィス26で最も狭くなっている。この台形の頂点はオリフィス26よりも下方にある。台形の頂角は約20°~60°の範囲となり、好ましくは42°~46°である。

【0014】溶融物送り管14は、内壁16の上面27上に支持されている中間フランジ36を有しており、ノ

ズル10及び内壁16における管14の予め選定した鉛直位置を規定している。上部環状リング38が内側に下向きの突起40を有しており、突起40は、ノズルの管と内壁とを正確な心合わせ関係に保持するように、フランジ36を押圧している。溶融金属を噴霧する関連装置にノズルアセンブリを保持する手段は従来のものであり、本発明の構成要件ではない。

【0015】プレナム底部20は、例えば普通の嵌め合いねじ部30によって、円筒形ハウジング17に調節自在に装着されている。プレナム底部20には、内壁手段16と同軸であると共に内壁手段16から離間しているオリフィス32が形成されており、内壁手段16とオリフィス32との間に第2の環状チャンネル34が形成されている。環状オリフィス32の表面を斜切形状として、内壁16とほぼ合致させることができる。第2のチャンネル34の寸法は、ねじ部30を介してプレナム底部20を内壁手段16に近付くか又は離れる方向に回すことにより、調節できる。第2のチャンネル34の幅は、「噴霧用ガスチャンネル間隙」とも言い、約0.64mm~2.8mmの範囲とすることができ、好ましくは約1.3mm~2.2mm、特に好ましくは約1.5mmである。

【0016】円筒形ハウジング17には、チャンネル22に噴霧用ガスを供給するガス供給管28が貫通している。溶融物送り管14のオリフィス26から出てくる溶融金属は、ガスジェットで吹き飛ばされる。環状プレナム室22から下向きに、内壁手段16とガスオリフィス32との間に形成されている第2の環状チャンネル34を通して流れるガスによって、環状ガスジェットが形成される。溶融物送り管14を通して下向きに進んで、出口オリフィス26から外に出る溶融金属の流れに、ガスジェットは衝突し、溶融金属の流れを霧状に散布して、金属の粉末を形成する。本発明のノズルは、粉末粒子、例えば37ミクロン以下の微粒子を高い収率で形成することができる。

【0017】本発明の他のノズルが図2に示されている。ノズル50は、プレナム手段52と、環状内壁手段54と、溶融物送り管56とを備えており、プレナム手段52と、環状内壁手段54と、溶融物送り管56とは、前述したような適当な鋼又はセラミック材料からそれぞれ形成されている。プレナム手段52は、環状ブラケット58と、プレナム底部57とを備えており、環状ブラケット58と、プレナム底部57とは、内部室53を画定している。ブラケット58は円筒形ハウジング59と、プレナム頂部60とを形成している。溶融物送り管56は、プレナム頂部60及びプレナム底部57を通して、出口オリフィス65まで軸線方向に延在している。内壁手段54の円錐部61は、プレナム頂部60から出口オリフィス65まで延在していると共に、プレナム手段52に同軸な台形部を形成しており、台形部は、

10

20

30

40

50

内部チャンネル53を第1の環状チャンネルに分割している。フランジ63が円錐部61の末広端から延在しており、通常の締め付け具68によってプレナム頂部60にしっかり取り付けられている。

【0018】溶融物送り管56は出口端部70を有しており、出口端部70は、円錐部61の内面71に嵌まるように、外面がテーパされている。円錐部61の内面71は、管56をプレナム手段52内に同軸的に支持しているリム支持手段である。溶融物送り管56の出口端部70の先端部78は、円錐部61を越えて突出しており、内壁手段54の第1の台形部を形成している。プレナム頂部60から第1の台形部まで延在している円錐部61の外面は、内壁手段54の第2の台形部を形成している。

【0019】第1の台形部78の頂角は、第2の台形部の頂角と実質的に同じか、それよりも約 15° 以下小さい。第1の台形部の頂角を約 $20^{\circ} \sim 60^{\circ}$ とし、第2の台形部の頂角を約 $40^{\circ} \sim 60^{\circ}$ とすることができ、第1の台形部の頂角を約 $24^{\circ} \sim 31^{\circ}$ とすることが好ましく、約 29° とすることが特に好ましい。第2の台形部の頂角を約 $42^{\circ} \sim 46^{\circ}$ とすることが好ましく、約 44° とすることが特に好ましい。

【0020】プレナム底部57は、ブラケット58のねじ切り内面66と嵌まり合うねじ切り外面64を有している環状ディスク62から形成されている。第2の環状ブラケット72が通常の締め付け具74によって、環状ディスク62にしっかり取り付けられている。環状ブラケット72は、内壁54に面する表面を有しているガスオリフィス74を有しており、内壁54とオリフィス74の表面との間に第2の環状チャンネル76を画定している。ガスオリフィス74の表面を斜切形状として、内壁手段54とほぼ合致させることができる。第2のチャンネル76の寸法は、ねじ部66を介してプレナム底部57を内壁手段54に近付くか又は離れる方向に回すことにより、調節できる。

【0021】内壁手段54の第2の台形部は、プレナム底部、即ちガスオリフィス74を越えて突出することが可能である。第2の台形部は、そこから延在している溶融物送り管の先端部78に、噴霧用ガスからの追加の保護をもたらしている。高圧の噴霧用ガスは、膨張するガスの力から先端部78に応力を加えると共に、膨張するガスの温度の低下からの熱衝撃を与える。例えば第2の台形部は、プレナム底部を越えて約6mmまで突出することができる。先端部78の第1の台形部は、第2の台形部から約1mm~7mm、好ましくはこの範囲の低い値だけ突出することができ、出口オリフィス65に所望の噴霧用ガス流を付与する。

【0022】ガス供給管80が円筒形ハウジング59を貫通している。アルゴン、ヘリウム又は窒素等の噴霧用ガスが、普通のカス輸送装置(図示せず)によってガス

供給管80に導入される。噴霧用ガスは、矢印Bの方向に沿って圧力約0.7MPa~7MPaで環状内部チャンネル53に進み、そして第2のチャンネル76を通過する。溶融流れ82が溶融物送り管56を通過する際に、流れ82は出口オリフィス65の下方で噴霧用ガスと相互作用し、霧状に散布されて、金属粉末を形成する。

【0023】本発明のノズルは、例えば米国特許番号第4619845号及び同第4778516号に示されているような従来のノズルよりも、著しく低い噴霧用ガス圧力で使用できることが確かめられた。更に、本発明のノズルは、低い圧力で使用できるのみでなく、細かい金属粉末、例えば37ミクロン以下の金属粉末を、従来のノズルよりも高い収率で生成できることが確かめられた。言い換えると、本発明のノズルは、従来のノズルと比較して、低い噴霧用ガス圧力で微細金属粉末を高い収率で生成することができる。

【0024】本発明のノズルは、吸引モードでは動作しない、即ち、溶融物送り管からの液体金属の流量は、噴霧の際には増加しない。対照的に、本発明のノズルは、溶融物送り管を通しての溶融金属の流量が噴霧の際に減少するように動作する。本発明のノズル及びノズルの操作方法の上述した以外の特徴及び利点は、以下の実施例から明らかになるであろう。以下の実施例では、ほぼ図2に示す構成を有しているノズルを、出口オリフィスでの内径及び外径を種々の値として形成された溶融物送り管と組み合わせて使用した。噴霧用ガスはアルゴンであり、溶融物送り管は窒化ホウ素から形成されていた。

【0025】実施例1

外径5.2mm及び内径4.75mmの溶融物送り管を有しているノズルを、種々のガス流量で動作させて、溶融物送り管の出口オリフィスでの圧力を測定した。ノズルの形状は、次の通りである。噴霧用ガスチャンネル間隙0.76mm、ガスオリフィス9.8mm、第1の台形部の頂角 29.4° 、第2の台形部の頂角 44° 、プレナム底部からの第2の台形部の突出0.85mm、第2の台形部からの第1の台形部の突出3.58mm。

【0026】溶融物送り管を入口端でシールし、圧力トランスジューサに連結されているサンプリング管を溶融物送り管に挿入した。アルゴンの噴霧用ガスをノズルに種々の流量で送り、その結果として溶融物送り管内で得られる圧力を記録した。図3は、縦軸にキロパスカル(KPa)で表示した出口オリフィス圧力をプロットし、横軸にキログラム/分(Kg/min)で表示したガス流量をプロットしたグラフである。ゲージ圧は大気圧と測定圧力との差である。

【0027】実施例2

溶融物送り管を約14KPaの一定な静水頭圧を有する貯水器に連結し、アルゴン噴霧ガスを種々の流量で供給することにより、実施例1のノズルを動作させた。溶融

物送り管を通る水の流量を、種々の噴霧ガス流量に対して測定した。図5は、縦軸にプロットしたキログラム/秒 (Kg/sec) 表示の水の流量を、横軸にプロットしたキログラム/分 (Kg/min) 表示の噴霧ガスの流量の関数として示すグラフである。縦軸の一番左にプロットしたデータ点は、熔融物送り管を流れる水の単相流量を示している。

【0028】実施例3及び4

外径10mm及び内径9.5mmの出口オリフィスを有する熔融物送り管を有しているノズルを、種々のガス流量で動作させて、熔融物送り管の出口オリフィスでの圧力を測定した。ノズルの形状は、次の通りである。噴霧用ガスチャンネル間隙2mm、ガスオリフィス17.3mm、第1の台形部の頂角 29° 、第2の台形部の頂角 44° 、プレナム底部からの第2の台形部の突出3.3mm、第2の台形部からの第1の台形部の突出3.3mm。実施例1及び2と同様に、9.5mmの出口オリフィスノズルについて試験を行った。図4及び図6は、図3及び図5に対応しており、熔融物送り管の圧力及び水の流量を噴霧ガスの流量の関数として示している。

【0029】図3及び図4からわかるように、噴霧ガスの流量が増加するにつれて、熔融物送り管内の圧力は、ガスが流れていないときの管内の1気圧よりも下がって、最小値に達し、次いで上昇するが、大気圧以下に留まる。図3及び図4は、噴霧ガスがノズルから流れるときに熔融物送り管内の圧力が下がることを示しているが、図5及び図6は、液体が噴霧化されているときに、噴霧ガスが熔融物送り管における液体流量の低下をもたらす、即ちノズルが従来のノズルのように吸引しないことを示している。図5及び図6に示すように、噴霧ガスの流量が増加するにつれて、水の流量が最大値まで上昇し、ゆっくり減少するが、その最大値は、噴霧ガスが流れていないときの水の流量よりも低い。

【0030】その結果、本発明のノズルが吸引用真空を生成しないことがわかる。噴霧ガスは、熔融物送り管を通る液体の流量を、噴霧ガスが供給されないときの流量と比較して、低下させる。

実施例5

内径対外径比を種々に変えた出口オリフィスを有している熔融物送り管でノズルを動作させた。出口オリフィスからの水の流れを測定しながら、ノズルを単相流れ及び二相流れにて、種々のプレナム圧力で動作させた。図7、図8及び図9は、外径4.7mm、6.35mm及び9.5mmをそれぞれ有する熔融物送り管について、縦軸にプロットしたキログラム/分 (Kg/min) 表示の水の流量を、横軸にプロットしたメガパスカル (MPa) 表示のプレナム圧力の関数として示している。

【0031】外径4.7mmの出口オリフィスを有しているノズルの形状は、次の通りである。噴霧用ガスチャンネル間隙1.5mm、ガスオリフィス12mm、第1

の台形部の頂角 29° 、第2の台形部の頂角 44° 、プレナム底部からの第2の台形部の突出1.8mm、第2の台形部からの第1の台形部の突出4.6mm。外径6.35mmの出口オリフィスを有しているノズルの形状は、次の通りである。噴霧用ガスチャンネル間隙1.5mm、ガスオリフィス14mm、第1の台形部の頂角 29° 、第2の台形部の頂角 44° 、プレナム底部からの第2の台形部の突出2.1mm、第2の台形部からの第1の台形部の突出4.3mm。外径9.5mmの出口オリフィスを有しているノズルの形状は、次の通りである。噴霧用ガスチャンネル間隙1.55mm、ガスオリフィス17mm、第1の台形部の頂角 29° 、第2の台形部の頂角 44° 、プレナム底部からの第2の台形部の突出2.5mm、第2の台形部からの第1の台形部の突出4.1mm。

【0032】図7から、外径4.7mm及び内径4.52mmの出口オリフィスを有している熔融物送り管では、二相流量が単相流量よりも少ないことがわかる。図8から、外径6.35mm及び内径6.25mmの出口オリフィスを有している熔融物送り管では、二相流量が単相流量よりも少ないことがわかる。図9から、外径9.5mm、並びに内径9.5mm、8.7mm及び7.3mmの出口オリフィスを有している熔融物送り管では、二相流量が単相流量よりも少ないことがわかる。

【0033】図7～図9に示す単相流量対最大二相流量の比を、各熔融物送り管について、出口オリフィスでの内径対外径比の関数として、図10に示す。単相流量対最大二相流量の比が1よりも小さいときに、熔融物送り管内の液体の流れが噴霧の際に減少した。単相流量対最大二相流量の比が1よりも大きいときに、熔融物送り管内の液体の流れが噴霧の際に増加した、即ちノズルは吸引作用をした。

【0034】驚くべきことには、二相流量対単相流量の比を1未満とする本発明のノズルでは、金属噴霧（微粒化）の際の微粒子の収率上昇が達成された。本発明の金属噴霧ノズルを構成している熔融物送り管は、噴霧の際に熔融物送り管に流れる液体の流れを減少させる内径対外径比を有する出口オリフィスを有している。噴霧の際に熔融物送り管に流れる液体の流量が減少することは、図10に、比1よりも下方のデータ点で示されている。

【0035】更に、本発明のノズルを、熔融物送り管からの最高液体流量を与える噴霧ガス圧力又は流量よりも大きい噴霧ガス圧力又は流量で動作させることにより、微細粉末の収率が増加することが確かめられた。例えば、図7を参照すると、内径4.52mmの4.7mm熔融物送り管を有しているノズルは、噴霧ガス圧力約1.6MPaで管に流れる液体流量が最高になることがわかる。従って、内径4.52mmの熔融物送り管を有しているノズルは、約1.6MPaよりも大きい、例えば約2MPa～2.5MPaの噴霧ガス圧力で動作させ

れば、微細粉末を高い収率で得ることができる。これに対して、従来技術の教示するところでは、従来のクローズカップルドノズルは、吸引作用をなす圧力で、即ち溶融物送り管からの液体の流れを最大にする圧力で噴霧ガスを供給することにより、微細金属粉末の収率向上を達成するように動作する。

【0036】実施例6

外径9.5mm及び内径9.4mmの出口オリフィスを有する溶融物送り管を有しているノズルを、溶融物送り管に溶融したニッケル基超合金の流れを約18KPaの一定圧力で流しながら、種々の噴霧ガス圧力で動作させた。ノズルの形状は、実施例5の外径9.5mmのノズルと同じであった。外径4.7mm及び内径4.6mmの出口オリフィスを有する溶融物送り管を有している第2のノズルを、溶融物送り管に溶融したニッケル基超合金の流れを約18KPaの一定圧力で流しながら、種々の噴霧ガス圧力で動作させた。ノズルの形状は、実施例5の外径4.7mmのノズルと同じであった。更に種々のノズル形状で追加の噴霧化実験を行った。

【0037】図3及び図4から、溶融物送り管に流体が流れていないとき、噴霧ガスは溶融物送り管の出口オリフィスでの圧力を低下させることがわかる。従って、液体を溶融物送り管から強制的に流れさせる「全ゲージ圧」は、実施例1におけるように種々の内径対外径比を有している種々の出口オリフィスについて、圧力の低下を測定し、液体を管に強制的に流す静水頭圧を付加することにより、決定することができる。ここで用いる用語「計算した単相液体流束」は、所定の内径対外径比を有する出口オリフィスを有した溶融物送り管を有しているノズルでの圧力降下について修正されたベルヌーイの定理に、全ゲージ圧を用いることにより求められる、管を通しての液体流束を意味する。この計算は、全ゲージ圧に等しい静水頭圧を加え、所定の内径対外径比を有する出口オリフィスを有している溶融物送り管に液体を強制的に流すことにより、経験的に確認することができる。

【0038】図11は、ここで「噴霧質量流束比」と称するものを、液体を溶融物送り管から強制的に流す全ゲージ圧の関数として示すグラフである。噴霧質量流束比は、二相液体流束対計算した単相液体流束の比である。実施例5の9.5mm出口オリフィスのノズル形状を有しているノズルにおける溶融金属の噴霧化についての噴霧質量流束比を、図11に黒丸(●)のデータ点としてプロットした。比較のために、実施例5の9.5mm出口オリフィスのノズルにおける水の噴霧化についての噴霧質量流束比を、図11に実線でプロットした。

【0039】実施例5の4.7mm出口オリフィスのノズル形状を有しているノズルにおける溶融金属の噴霧化についての噴霧質量流束比を、図11に白丸(○)のデータ点としてプロットした。比較のために、実施例5の4.7mm出口オリフィスのノズルにおける水の噴霧化

についての噴霧質量流束比を、図11に実線でプロットした。4.7mm出口オリフィスを有しているノズル、及び種々のノズル形状における溶融金属の噴霧化についての噴霧質量流束比を、図11に四角(□)のデータ点としてプロットした。

【0040】図11から、本発明のノズルにおける水の噴霧は、溶融物送り管に流れる液体としての溶融金属の噴霧を表すことがわかる。図11から、本発明のノズルの噴霧質量流束比は、約0.4未満であることがわかる。他方、内径対外径比が本発明の限度内にない出口オリフィスを有する溶融物送り管を有しているノズルから得られる最高質量流束比は、0.4を超え、例えば約0.82以下である。本発明のノズルを質量流束比が約0.4未満となるように動作させると、微粒子、例えば37ミクロン未満の微粒子を高い収率で含有する高融点金属、例えば、ニッケル基超合金の粉末が形成されることが確かめられた。

【0041】例えば、出口オリフィスの内径が4.6mmである溶融物送り管を有している4.7mmの出口オリフィスノズルで、約0.4以下の噴霧質量流束比を有するものを図11に示す。微細金属粉末の収率を増加させる噴霧ガス圧力は、噴霧質量流束比を0.4未満とする圧力である。例えば、約0.225の質量流束比で、出口オリフィスでの全圧は約55KPaである。静水頭圧18KPaを引くと、出口オリフィスでのゲージ圧は約37KPaである。図3を参照すると、37KPaの出口オリフィスゲージ圧は、ガス流量約17Kg/minに対応する。ノズルのガス間隙が0.76mmであるので、17Kg/minの流量は、ガス圧が約4MPaである。

【0042】当業者であれば、異なる出口オリフィス寸法の溶融物送り管を有している本発明のノズルを、上述した実施例1～6に示すような数回の簡単な実験を行うことにより、作製し、使用することができよう。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による溶融金属噴霧ノズルの縦断面図である。

【図2】本発明による他の溶融金属噴霧ノズルの縦断面図である。

【図3】本発明のノズルにおける溶融物送り管の出口オリフィスでの圧力を噴霧ガス流量の関数として示すグラフである。

【図4】本発明のノズルにおける溶融物送り管の出口オリフィスでの圧力を噴霧ガス流量の関数として示すグラフである。

【図5】本発明のノズルにおける溶融物送り管からの水の流量を噴霧ガス流量の関数として示すグラフである。

【図6】本発明のノズルにおける溶融物送り管からの水の流量を噴霧ガス流量の関数として示すグラフである。

【図7】出口オリフィスで種々の内径対外径比を有して

いる熔融物送り管からの水の流量を示すグラフである。

【図8】 出口オリフィスで種々の内径対外径比を有している熔融物送り管からの水の流量を示すグラフである。

【図9】 出口オリフィスで種々の内径対外径比を有している熔融物送り管からの水の流量を示すグラフである。

【図10】 出口オリフィスで種々の内径対外径比を有している熔融物送り管からの単相液体流量対二相液体流量比を示すグラフである。

【図11】 噴霧質量流束比を出口オリフィスでの全圧の関数として示すグラフである。

【符号の説明】

10、50 ノズル

12、52 プレナム手段

* 14、56 熔融物送り管

16、54 内壁手段

18、60 プレナム頂部

20、57 プレナム底部

22 チャンネル

26、65 出口オリフィス

32 環状オリフィス

34 第2のチャンネル

58 ブラケット

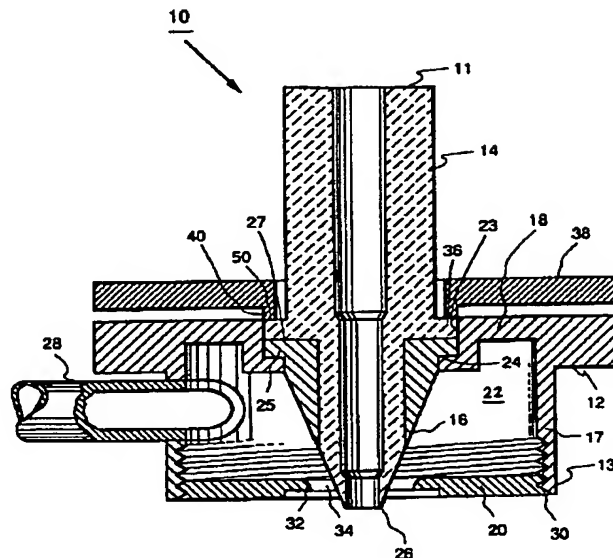
10 74 ガスオリフィス

76 環状チャンネル

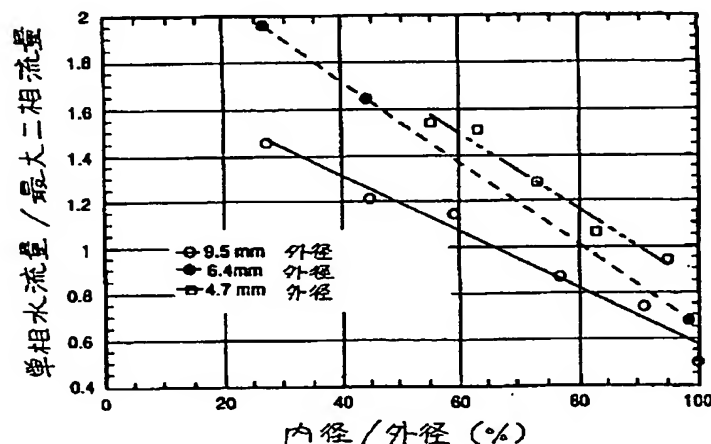
78 第1の台形部

* 80 ガス供給管

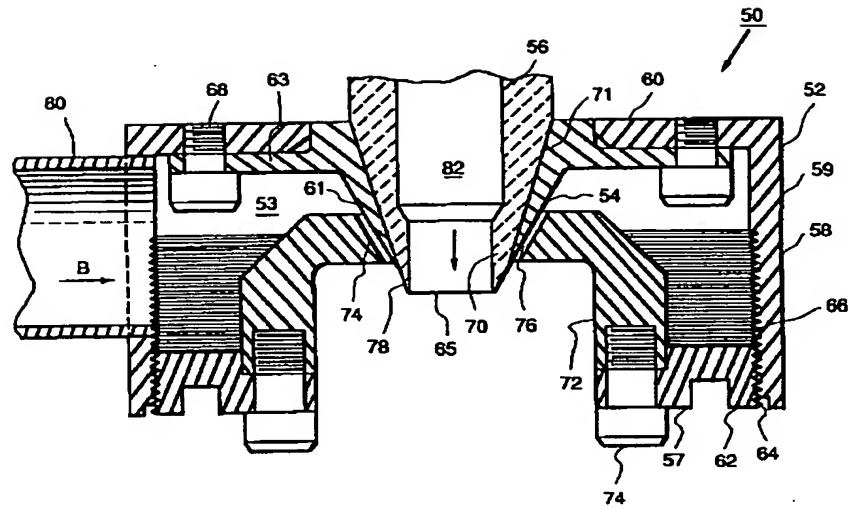
【図1】



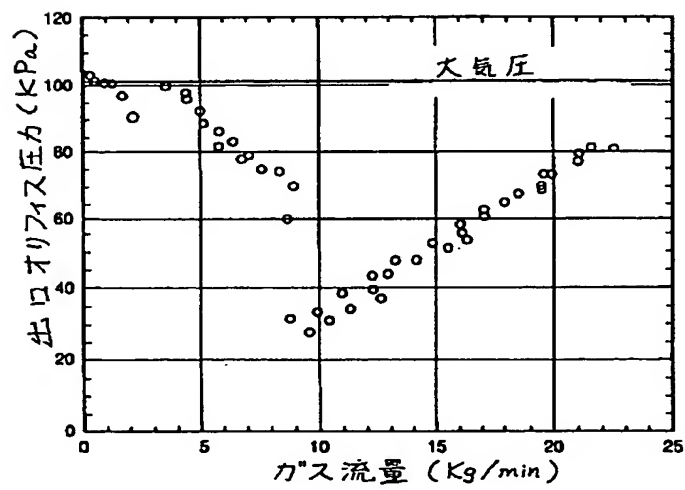
【図10】



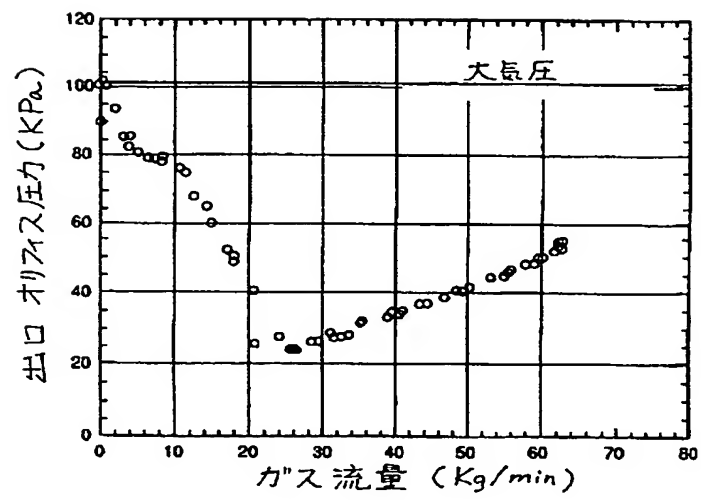
【図2】



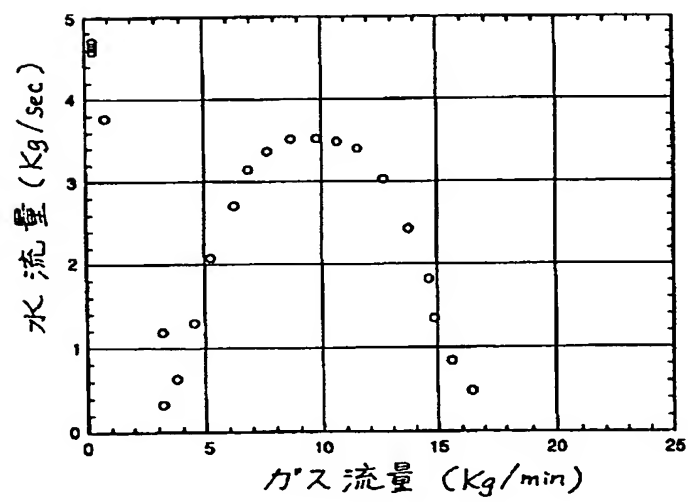
【図3】



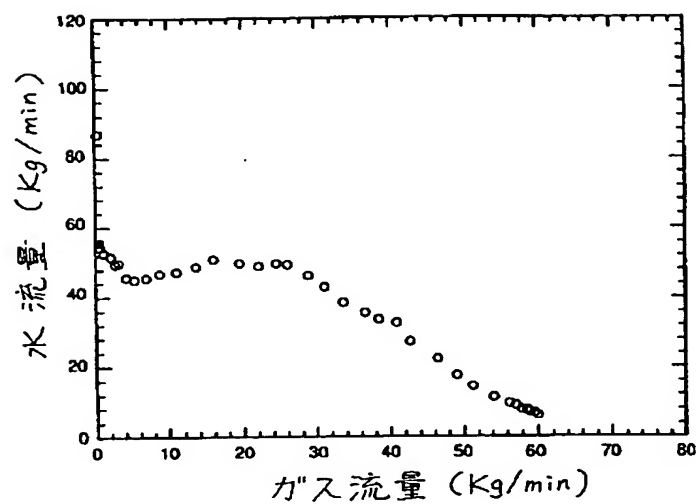
【図4】



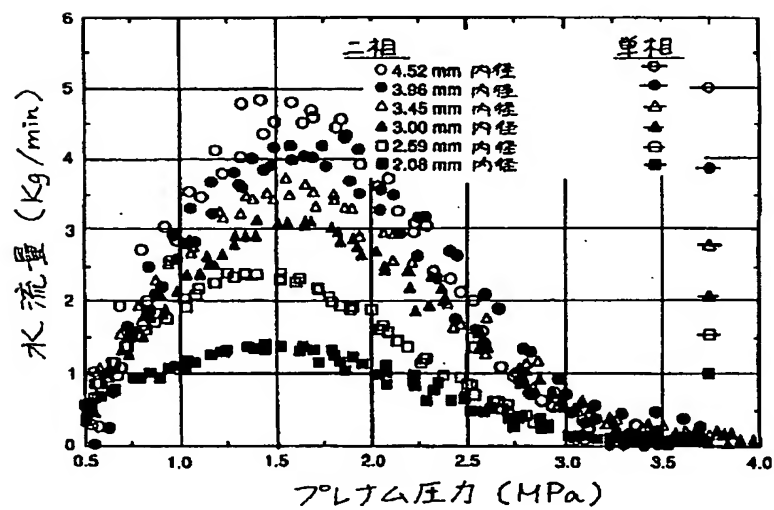
【図5】



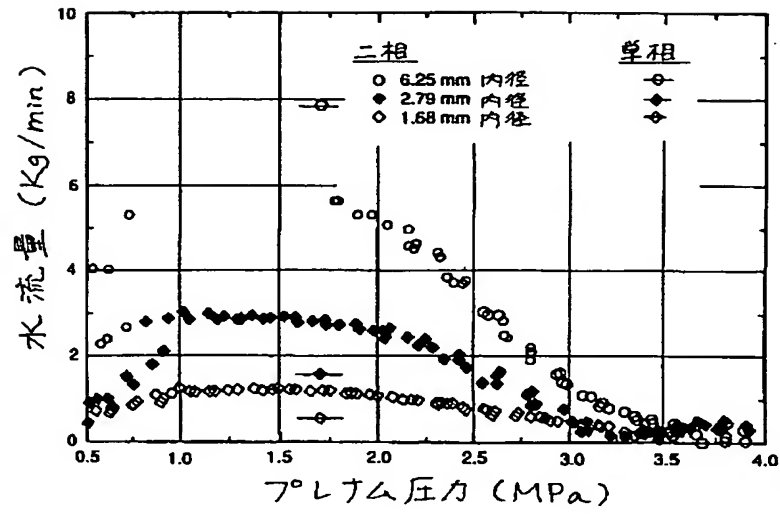
【図6】



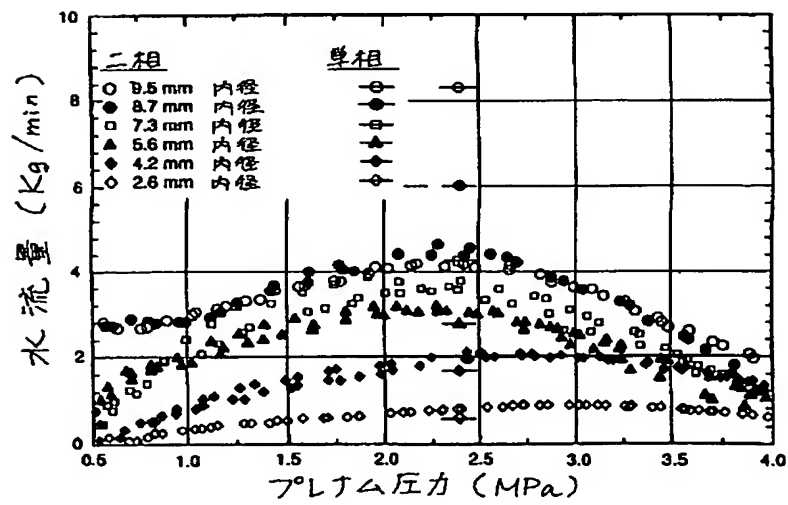
【図7】



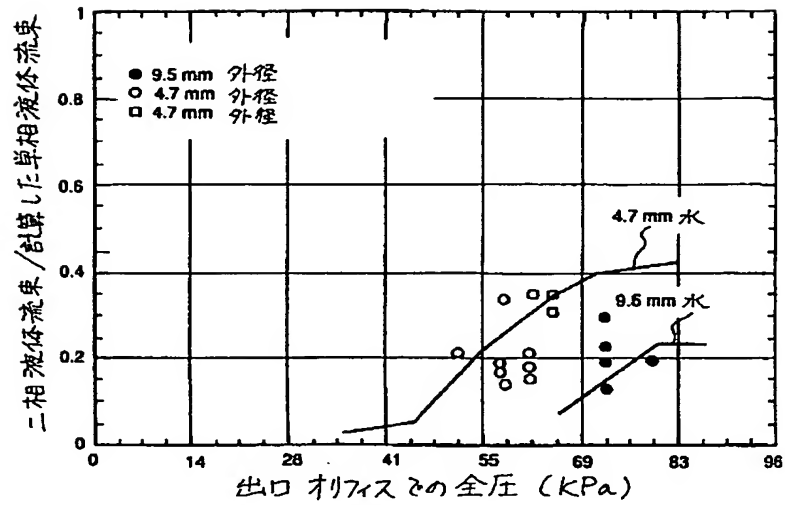
【図8】



【図9】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 ラッセル・スコット・ミラー
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ボール
 ストン・スパ、ブルックリン・ロード、31
 番

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-293551

(43)Date of publication of application : 23.10.2001

(51)Int.Cl.

B22D 19/00

B22D 19/08

B22D 23/00

F16B 37/00

(21)Application number : 2000-112791

(71)Applicant : CITIZEN WATCH CO LTD

(22)Date of filing : 14.04.2000

(72)Inventor : HIROE SEIICHI
SATO ATSUSHI
SHIBUYA YOSHITSUGU
SATO MASAHIRO

(54) METHOD FOR PRODUCING AMORPHOUS ALLOY-MADE MEMBER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for producing an amorphous alloy-made member by which a hole or a female screw hole can be formed even if they are not machined.

SOLUTION: In the production method for the amorphous alloy-made member for casting molten master alloy of the amorphous alloy, the master alloy is cast after laying a hollow pipe material having the same inner diameter as the desired hole in a mold, or, the master alloy is cast after laying a nut having the same female screw hole as the desired female screw in the mold.

